

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen:  
㉔ Anmeldetag:  
㉕ Offenlegungstag:

P 31 47 228.1-16  
28. 11. 81  
9. 6. 83

㉗ Anmelder:  
Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8000 München, DE

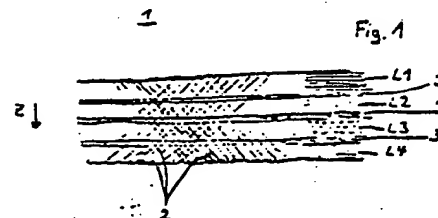
㉘ Erfinder:  
Döllinger, Rolf, Ing.(grad), 8165 Fischbachau, DE;  
Schindler, Rudolf, Ing.(grad.), 8014 Neubiberg, DE

Behördeneigentum

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Laminat aus faserverstärkten Werkstoffen sowie Verfahren zu dessen Herstellung**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Laminat aus faserverstärkten Werkstoffen sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung. Das Laminat (1) wird hierbei aus mehreren Lagen (L) aus einem Gewebe- oder Fasermaterial aufgebaut. Diese Schichtanordnung wird anschließend durch Verstärkungsfäden (2) verstärkt, die in Dickenrichtung (Z-Richtung) verlaufen. Der Orientierungswinkel der Verstärkungsfäden gegen diese Z-Richtung richtet sich nach dem jeweiligen Anwendungsfall. Günstig sind hierbei Orientierungswinkel von  $+45^\circ$  und  $-45^\circ$ . Anschließend wird die derart vorbereitete Schichtanordnung mit einem vernetzenden Bindemittel (3), z.B. durch sogenannte Vakuum-Injektion imprägniert. Mit einem derartigen Laminat können Bauteile aus faserverstärkten Werkstoffen aufgebaut werden, in denen die bei Biegebelastungen auftretenden Schubspannungen sehr gut beherrscht werden können. Außerdem ergibt sich eine größere Freiheit bei der Formgestaltung von aus solchen Laminaten aufgebauten Bauteilen. (31 47 228)



28.11.81

3147228

Messerschmitt-Bölkow-Blohm  
Gesellschaft  
mit beschränkter Haftung  
München

Ottobrunn, den 26.11.81  
BT01-Cy/Bl/ma

9119

Laminat aus faserverstärkten Werkstoffen sowie Verfahren zu  
dessen Herstellung

P a t e n t a n s p r ü c h e

- ① Laminat aus faserverstärkten Werkstoffen, bestehend aus mehreren übereinander geschichteten Lagen aus Faser- bzw. Gewebematerial, die mit einem aushärtbaren vernetzenden Bindemittel miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die übereinander geschichteten Lagen (L) mit Verstärkungsfasern bzw. Verstärkungsfäden (2) in Dickenrichtung (Z-Richtung) des Laminates (1) versehen sind.

2. Laminat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsfasern bzw. Verstärkungsfäden (2) in Winkeln von ca.  $\pm 45^\circ$  zur Ebene (X,Y) der Lagen (L) verlaufen.
3. Laminat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsfasern bzw. Verstärkungsfäden (2) einen Teil der Lagen oder sämtliche Lagen (L) des Laminates durchdringen.
4. Verfahren zum Herstellen von Laminaten aus faserverstärkten Werkstoffen, wobei die Lamine aus mehreren übereinander geschichteten Lagen aus Faser- bzw. Gewebematerial zusammengesetzt und mit einem vernetzenden Bindemittel imprägniert werden, dadurch gekennzeichnet, daß die übereinander geschichteten Lagen des Laminats zusätzlich mit Verstärkungsfasern bzw. Verstärkungsfäden in Dickenrichtung des Laminates verstärkt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsfasern bzw. Verstärkungsfäden in Winkeln von ca.  $\pm 45^\circ$  zur Ebene der Lagen angeordnet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsfasern bzw. Verstärkungsfäden durch einen Teil der Lagen oder durch sämtliche Lagen des Laminates hindurchgeführt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsfasern bzw. Verstärkungsfäden lediglich in kritischen Spannungsbereichen des Laminates angeordnet werden.

28.11.81

3147228

-3-

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die übereinander gelegten Lagen des Laminats vor der Imprägnierung mit den Verstärkungsfasern bzw. Verstärkungsfäden vernäht werden.

ergibt. Wird dieses Laminat mit einem Bindemittel imprägniert, z.B. durch eine sogenannte Vakuum-Injektion, und anschließend in der gewünschten Form verpreßt und ausgehärtet, so erhält man einen Werkstoff, der in allen drei Richtungen X, Y und Z hochbelastbar ist. Die Ausrichtung der Verstärkungsfäden bzw. Verstärkungsfasern in Z-Richtung wird auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestellt. So ist es möglich, diese Verstärkungsfasern bzw. Verstärkungsfäden direkt in Z-Richtung, d.h. senkrecht zu der Ebene der Laminatschichten in das Laminat einzubringen. Je nach Dichte dieser Verstärkungsfasern in Z-Richtung können entsprechend hohe Kräfte auch in dieser Richtung sicher aufgenommen werden. In vielen Anwendungsfällen wird es jedoch günstig sein, die Verstärkungsfasern bzw. Verstärkungsfäden in Richtungen von  $+45^\circ$  und  $-45^\circ$  in bezug zu den Ebenen der einzelnen Laminatschichten auszurichten. Eine solche Laminatverstärkung wird insbesondere dann gewählt, wenn das aus dem Laminat herzustellende Bauteil hohen Biegebeanspruchungen ausgesetzt wird, wie dieses z.B. für den obigen Fall einer Blattfeder erwähnt ist. Bei den Biegebelastungen werden die in dem Laminat zwischen den einzelnen Laminatschichten in der Matrix entstehenden Schubspannungen zwischen benachbarten Laminatschichten nicht mehr wie bisher über die Oberfläche der Laminatschichten in das Bindemittel und aus diesem in die benachbarte Laminatschicht übergeleitet; bei entsprechender Orientierung der Verstärkungsfäden bzw. Verstärkungsfasern kann ein gewünschter Anteil dieser Schubspannungen durch die Verstärkungsfasern bzw. Verstärkungsfäden aufgenommen und über diese zwischen den einzelnen Gewebe- oder Faserlagen des Laminates geleitet werden. Es ist einleuchtend, daß mit einem derart verstärkten Laminat die bei Biegebelastungen auftretenden Schubspannungen innerhalb der Verbundmatrix besser beherrscht werden können als mit herkömmlich aufgebauten Laminaten.

Durch die dreidimensionale Fasermatrix innerhalb eines erfindungsgemäßen Laminates können Bauteile in der Form freier gestaltet werden; Probleme hinsichtlich mechanischer Stabilität werden insgesamt verringert.

5

Die Erfindung ist in einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser stellen dar:

10      Figur 1      einen Querschnitt durch einen Teil eines Laminats gemäß der Erfindung aus mehreren übereinander gelegten Gewebe- bzw. Faserlagen und in Dickenrichtung eingebrachten Verstärkungsfäden;

Figuren

15      2a und 2b      eine Teilaufsicht bzw. einen Teilquerschnitt durch einen Rotorkopf eines Hubschraubers, der mit Laminaten gemäß der Erfindung hergestellt ist.

20      In Figur 1 ist nicht maßstabsgerecht ein Querschnitt durch einen Teil eines Laminates 1 dargestellt. Dieses Laminat weist in diesem Fall vier Lagen L1, L2, L3 und L4 aus einem Gewebe- oder Fasermaterial auf. Die Art dieser Lagen richtet sich nach dem jeweiligen Anwendungsfall. So können z.B. die beiden Decklagen L1 und L4 aus Gewebematerial sein, wobei die Gewe-  
25      fäden im Winkel von 90° zueinander ausgerichtet sind. Die Lagen L2 und L3 sind z.B. Lagen aus unidirektionalen Fasern. Das Material dieser Lagen richtet sich ebenfalls nach dem Anwendungsfall und besteht z.B. aus Glas, Kohle, Aramid oder dergleichen.

30

Die einzelnen Lagen z.B. in Form von Matten oder einem zu fertigenden Bauteil angepassten Zuschnitt werden übereinander gelegt. An-

- schließlich wird diese Schichtanordnung mit Verstärkungsfäden 2 versehen. Diese Verstärkungsfäden , z.B. Glas- oder Aramid-fäden, verlaufen in Z-Richtung, d.h. in Dickenrichtung der Schichtanordnung, wobei ein Fadensatz einen Winkel von  $+45^\circ$ ,  
5 der andere Fadensatz einen Winkel von  $-45^\circ$  gegen die Z-Richtung einnimmt. Diese Verstärkungsfäden können mit einer Art Nähmaschine in die Schichtanordnung eingebracht werden. Die derart verstärkte Schichtanordnung wird dann z.B. in eine hier nicht dargestellte Bauteilform gelegt und anschließend  
10 mit einem vernetzenden Bindemittel imprägniert, z.B. durch Vakuum-Injektion. Dieses, durch die Vernetzung eine Matrix ausbildende Bindemittel ist in Figur 1 nur schematisch in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Lagen angedeutet und mit 3 bezeichnet. Dies ist lediglich beispielhaft: tatsäch-  
15 lich liegen die einzelnen Lagen L1 bis L4 direkt aufeinander, das Bindemittel 3 erstreckt sich durch die gesamte Schichtanordnung. Das Laminat weist im Endzustand etwa 60 Volumen-% Fasern und 40 Volumen-% Bindemittel auf.
- 20 Nach Verpressen und Aushärten des Laminats ist das damit hergestellte Bauteil gebrauchsfertig.

- In den Figuren 2a und 2b ist ein Teil eines Mittelstückes 4 für einen Rotorkopf eines Hubschraubers dargestellt. Dieses  
25' Mittelstück hat die Form eines Kreuzes, dessen Schenkel durch konkave Übergänge miteinander verbunden sind. An den Enden der einzelnen Kreuzschenkel sind durchgehende Löcher 5 vorgesehen, in die hier nicht dargestellte Bolzen des Rotorkopfes eingreifen, an denen die Rotorblätter des Hubschraubers  
30 angelenkt sind. Die einzelnen Schenkel des Mittelstückes 4 verjüngern sich in Richtung auf deren Enden, in denen die Aufnahmelöcher 5 vorgesehen sind. Im Zentrum des Kreuzes ist ein Mittelloch 6 vorgesehen.



33.11.81

3147228

-9-

Das Mittelstück 4 des Rotorkopfes wird aus einem Laminat 1 aus faserverstärkten Werkstoffen hergestellt, wie zu Figur 1 beschrieben. Demgemäß wird zunächst eine Schichtanordnung aus einzelnen Lagen L'1 bis L'n aufgebaut, und zwar in diesem Falle abwechselnd aus Gewebelagen und Lagen aus unidirektio-  
5 nalen Fasern. Die Deckschichten L'1 und L'n sind hierbei Gewebelagen, während die Lagen L'2 , L'4, .... L'2i unidirektionale Faserlagen in Form von Schlaufenelementen sind, die um die Löcher 5 des Kreuzes herum geführt sind. Der Verlauf dieser unidirektionalen Lagen ist in Figur 2a schematisch  
10 durch 7 angedeutet.

Diese fertige Schichtanordnung, bei der die einzelnen Lagen im wesentlichen in X- und Y-Richtung verlaufen, werden nun mit Verstärkungsfäden 2 "vernäht", wobei diese Verstärkungsfäden wiederum in Dicken-, d.h. in Z-Richtung verlaufen und in Winkeln von  $+45^\circ$  und  $-45^\circ$  gegen diese Z-Richtung ausgerichtet sind. Die Verstärkungsfäden 2 sind in den Figuren 2a und 2b nur schematisch und über einen Teil des Mittel-  
15 stückes dargestellt.

Anschließend kann das gesamte Mittelstück 4 in "einem Schuß" mit dem bereits erwähnten Injektionsverfahren mit Bindemittel imprägniert werden. Nach Aushärten ist das  
25 Mittelstück gebrauchsfertig.

Im übrigen ist es nicht notwendig, den gesamten Bereich des Mittelstückes mit Verstärkungsfäden zu versehen. Vielmehr ist es ausreichend, das Mittelstück lediglich in den kritischen Spannungsbereichen zu verstärken. Durch die Verstärkungsfäden wird jedoch in beiden Fällen über das gesamte Mittelstück ein gesichertes Spannungsniveau erzielt, so daß die bei dem Betrieb des Mittelstücks auftretenden Spannungen sehr gut beherrscht werden können.  
30

-10-  
Leerseite

20 11 0

Nummer:

3147228

Int. Cl.<sup>3</sup>:

B32B 5/10

Anmeldetag:

28. November 1981

Offenlegungstag:

9. Juni 1983

- 11 -

1

Fig. 1

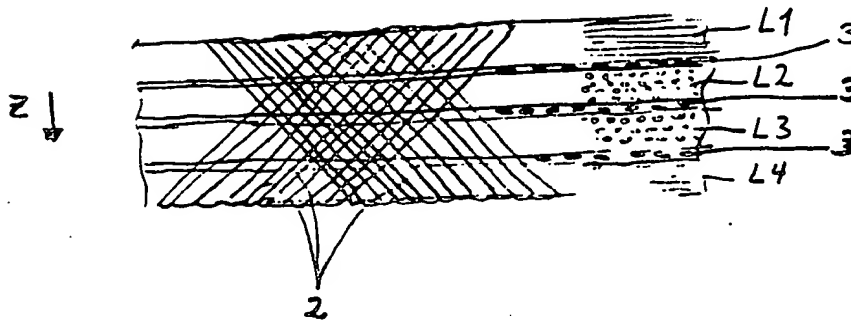


Fig. 2b

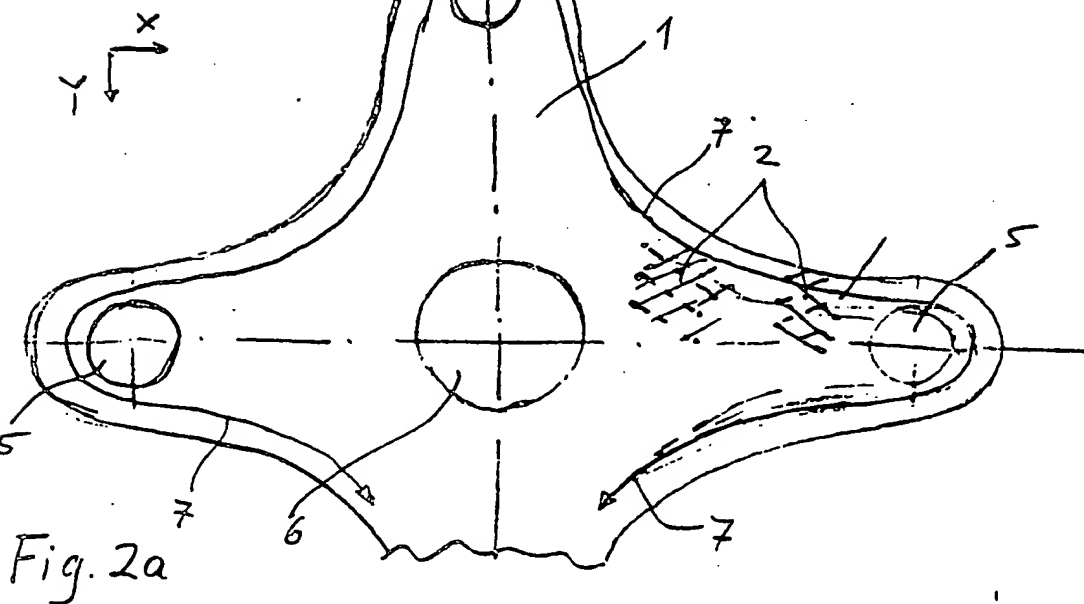
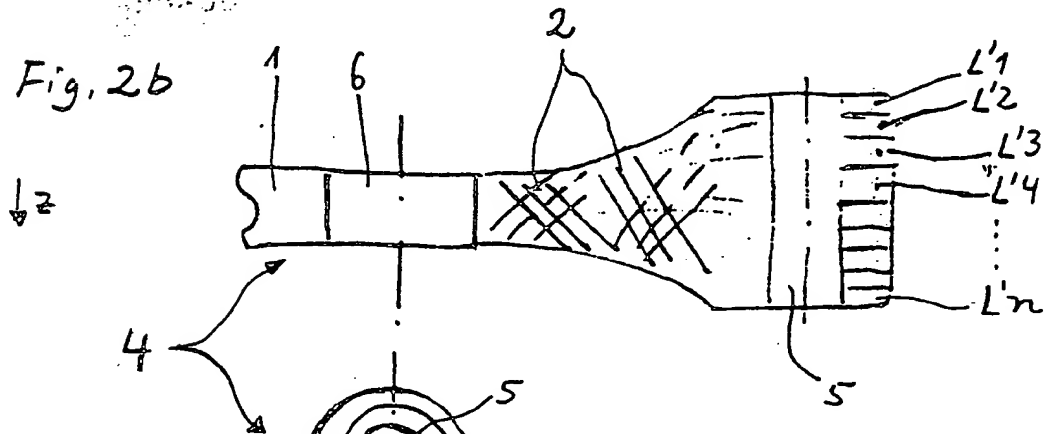


Fig. 2a